

GPS と GLONASS の組み合わせによる RTK 測位の精度に関する研究

日本大学 学生会員 ○池田 隆博

日本大学 正会員 佐田 達典

1. はじめに

衛星測位システムである GPS (Global Positioning System) は、基準点測量などの測量分野で使用されるほか、携帯電話のナビゲーションサービスなど使用される分野は多岐にわたる。一方、GPS と類似の衛星測位システムが各国で開発されており、特にロシアが運用する GLONASS (Global Navigation Satellite System) は、今年度中に完全運用に必要な衛星数が揃う予定といわれている。

今後、衛星測位システムの利用は GPS のみに留まらず、GLONASS などを利用した併用測位が一般的になると考えられる。しかしながら、GPS と GLONASS では、システム間の仕様が異なり、GLONASS を併用してミリオーダーの高精度測位を行う場合、GLONASS 利用時の測位特性を事前に把握する必要がある。

本研究では、「GPS のみ」、「GPS+GLONASS」、「GLONASS のみ」の3つの測位条件で RTK (Real-time Kinematic) 測位を実施し、測位精度の特性について検討を行ったのでその結果について報告する。

2. RTK 測位の概要

RTK 測位とは、実時間で未知点の位置を約 20mm の精度で算出することができる衛星測位の一種である。この測位方式では、移動中であっても測位可能であるが、基準局と移動局の2台の2周波受信機が必要となり、基準局の観測データをリアルタイムに移動局へ送信する必要がある。また、常に高精度を維持できるわけではなく、観測衛星数の減少やデータ通信の途絶によってメートルオーダーの精度まで劣化する。表-1より RTK 測位で得られる測位解を示す。

表-1 RTK 測位で得られる測位解

測位解	内容	概略精度
Fix解	バイアスが整数値として確定した解	5mm~20mm
Float解	バイアスが実数値のままの解	10cm~数m
単独測位解	単独測位による解	10m

3. GLONASS を用いた精度比較実験

RTK 測位による精度検証を行うため、写真-1に示

キーワード GPS, GLONASS, RTK, DOP, RMS

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部 空間情報研究室 TEL047-469-8147

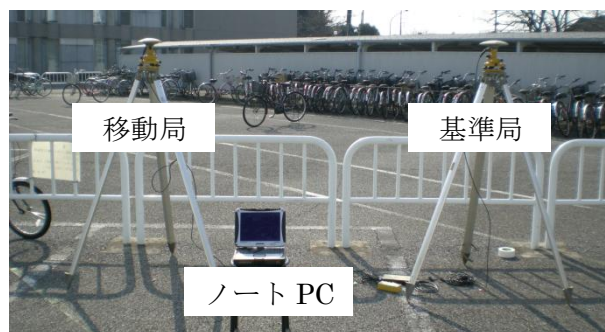


写真-1 実験機器設置状況

すように基準局と移動局を既知点に設置し、「GPS のみ」、「GPS+GLONASS」、「GLONASS のみ」について精度比較実験を実施した。なお、実験日時は2010年2月12日 13:00~15:30であり、実験場所は日本大学理工学部船橋キャンパス駐車場である。

実験で使用した受信機はトプコン社製 LEGACY-E+ (2周波受信機)であり、基準局から移動局へのデータ通信は、受信機をデータケーブルで直結して行った。また、データの収集はノートパソコンを移動局受信機に接続して行い、出力される測位データは NMEA-0183 の GGA, GSV, GSA メッセージである。

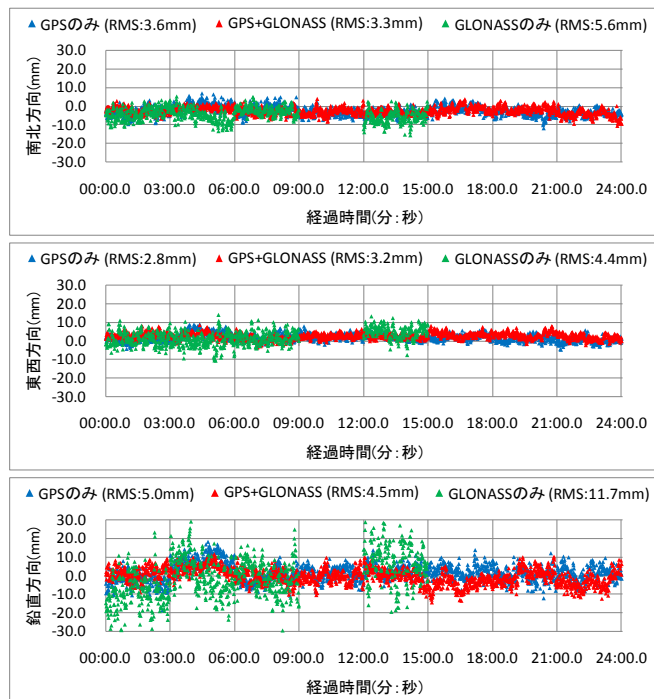
実験方法としては、受信機の設定出力を 5Hz に設定し、観測環境が大きく変わらないように3分間隔で「GPS のみ」→「GPS+GLONASS」→「GLONASS のみ」の順に受信機の設定を切り替えて測位を実施し、この作業を8回繰り返した。

4. 実験結果

(1) 同時時間帯による精度検証

実験で得られた Fix 解について南北方向、東西方向、鉛直方向別に時系列変化を表したものを図-1に示す。測位条件別に Fix 解の測位率を比較(表-2)した場合、「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」では Fix 率は 100.0%であった。一方、「GLONASS のみ」では観測衛星数減少等の要因により、時間帯によっては高精度測位が行えず Fix 率は 50.5%であった。

次に、RMS (Root Mean Square) 値により精度検証を行ったところ、「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」では、



図－1 Fix 解の時系列変化

表－2 測位条件別における測位率の内訳 (単位: %)

測位条件	測位不能	単独測位解	Float解	Fix解
GPSのみ	0.0	0.0	0.0	100.0
GPS+GLONASS	0.0	0.0	0.0	100.0
GLONASSのみ	12.5	26.0	11.0	50.5

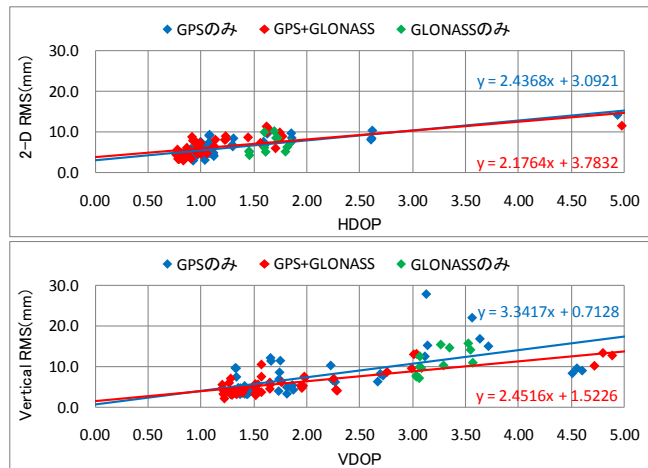
表－3 Fix 解取得時の衛星数と各 DOP の平均値

測位条件	衛星数(機)	PDOP	HDOP	VDOP
GPSのみ	8.9	1.72	1.01	1.38
GPS+GLONASS	13.5	1.54	0.83	1.30
GLONASSのみ	5.0	3.64	1.65	3.24

3 方向ともに 0.5mm 以内の差であり精度に大きな違いは見られなかった。一方、「GLONASS のみ」の RMS 値について、「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」の RMS 値と比較した場合、南北方向では約 2.2mm、東西方向では約 1.4mm、鉛直方向では約 7.0mm の精度劣化が見られた。表－3 より、Fix 解取得時の平均衛星数と各 DOP (Dilution of Precision: 衛星配置による精度劣化度) の平均値を比較すると、「GLONASS のみ」では衛星数が少ないことがわかる。また、各 DOP の値も「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」の場合と比較して大きいことが確認でき、「GLONASS のみ」による精度はその影響を受けたものと考えられる。

(2) DOP 値と RMS 値の関係

衛星の種類による精度への影響を確認するため、測位条件別に 1 分間毎の平均 DOP 値と RMS 値を求めて検討を行った。なお、解析に使用する DOP 値の指標は、HDOP (Horizontal DOP: 水平精度低下率)、VDOP (Vertical DOP: 垂直精度低下率) とし、RMS 値の指標



図－2 DOP 値と RMS 値の関係

については、各 DOP が示す成分に対応させるため、2-D RMS (水平成分の RMS)、Vertical RMS (鉛直成分の RMS) とした。また、DOP 値と RMS 値の関係性を明確にするため、同既知点で 2009 年 12 月 13 日 9:30～12:30 に実施した精度比較実験のデータも検証に使用した。この実験では、「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」について測位を実施し、さらに衛星取得仰角を制限することで、DOP 値が大きい場合の精度解析を行っている。

図－2 に各 DOP 値と RMS 値の関係を示す。「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」の RMS 値について回帰直線により傾向を比較した場合、DOP 値が小さいほど RMS 値が小さくなる傾向が確認できる。また、水平方向では、傾きに大きな違いは見られなかったが、鉛直方向では、「GPS+GLONASS」のほうが傾きは小さいことがわかる。なお、「GLONASS のみ」については、データ数が少なく回帰直線を描けないが、同 DOP 値であれば、「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」の場合と同様の位置に分布しており、衛星の種類による精度への影響はほとんどないものと考えられる。

5. 結論

本研究では、「GPS のみ」、「GPS+GLONASS」、「GLONASS のみ」について RTK 測位を実施し、精度検証を行った。その結果、同時間帯の場合「GLONASS のみ」では、観測衛星数が少なく精度も劣化するという結果が得られたが、同 DOP 値であれば、精度に大きな違いは見られなかった。今後は、「GLONASS のみ」の精度検証を引き続き行うことで、DOP 値と RMS 値の傾向の把握し検証を行う予定である。

謝辞: 本研究は平成 21 年度科学研究費補助金基盤研究 C (20560495) の助成を受けた。ここに記して謝意を申し上げる。